

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PENAMPANG T PADA BALOK TINGGI
BETON BERTULANG ASIMETRIS MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Risky Dwi Erlinda

20160110066

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risky Dwi Erlinda

NIM : 20160110066

Judul : Perbandingan Penampang T pada Balok Tinggi Beton
Bertulang Asimetris menggunakan Metode Elemen Hingga

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 11 Juli 2020

Yang membuat pernyataan



HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risky Dwi Erlinda

NIM : 20160110066

Judul : Perbandingan Penampang T pada Balok Tinggi Beton Bertulang Asimetris menggunakan Metode Elemen Hingga

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Perbandingan Penampang T pada Balok Tinggi Beton Bertulang Asimetris menggunakan Metode Elemen Hingga dan didanai melalui skema hibah penelitian dasar pada tahun 2020 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat (LP3M) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2020 dengan nomor hibah 031/PEN-LP3M/I/2020.

Yogyakarta, ..22.. Juli..... 2020

Penulis,

Dosen Peneliti,



Risky Dwi Erlinda



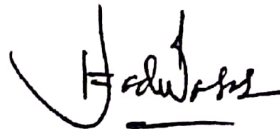
Martyana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng

Dosen Anggota Peneliti 1,



Hakas Prayuda, S.T., M.Eng

Dosen Anggota Peneliti 2,



Ir. Fadillawaty Salleh, S.T., M.T

HALAMAN PERSEMBAHAN

Teruntuk Ibu (Sriyati) dan Bapak (Jarno) penulis,
Skripsi ini adalah persembahan kecil penulis untuk Ibu dan Bapak.
Terima kasih karena selalu menjaga penulis dalam doa-doa ibu dan bapak serta
selalu membiarkan penulis mengejar impiannya apapun itu.
Terima kasih atas semua cinta yang telah Ibu dan Bapak berikan kepada penulis.
Terima kasih karena selalu ada, berkat Ibu dan Bapak, penulis kuat sampai detik
ini.
Dari anak bungsu Ibu dan Bapak, Risky Dwi Erlinda.

Sabtu, 27 Juni 2020, 14.32 WIB, di G5 tercinta.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tucurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan beban dan lendutan, nilai daktilitas, nilai kekakuan, distribusi tegangan, dan pola retak pada balok tinggi beton bertulang asimetris dengan penampang T.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Fanny Monika, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir
3. Dr. Seplika Yadi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir
4. Kedua Orang Tua dan saudara saya yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Hakas Prayuda, S.T., M.Eng. dan Martyana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng yang selalu membimbing dan membagikan ilmunya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Eri Putra Siswantoro yang senantiasa berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dan membantu selama masa perkuliahan.
7. Ahmad, Endrian, Nantia, Velita, Lia, dan sahabat-sahabat lainnya yang selalu memberi semangat dan membantu dalam setiap kesulitan.

8. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2016 yang telah menemani dan mengajarkan arti kebersamaan.
9. Semua pihak yang senantiasa membantu dalam masa perkuliahan dan dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Penelitian Terdahulu	5
2.1.2. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	8
2.2. Dasar Teori.....	9
2.2.1. Beton	9
2.2.2. Balok Tinggi (<i>Deep Beam</i>)	9
2.2.3. Metode Elemen Hingga.....	10
2.2.4. Hubungan Beban dan Lendutan	10
2.2.5. Daktilitas	12
2.2.6. Hubungan Tegangan Regangan	13
2.2.7. Keruntuhan Balok	14

2.2.8.	Pola Retak	14
2.2.9.	<i>Abaqus CAE</i>	15
BAB III.	.....	17
3.1	Materi Penelitian	17
3.2	Detail Model.....	18
3.3	Pemodelan Elemen Hingga	21
BAB IV.	.....	25
4.1.	Hubungan Beban dan Lendutan	25
4.2.	Daktilitas	27
4.3.	Kekakuan.....	28
4.4.	Distribusi Tegangan	29
4.5.	Pola Retak	30
BAB V.	.....	33
5.1.	Kesimpulan	33
5.2.	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	.....	35
LAMPIRAN	.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Detail benda uji (Hussain, 2018)	5
Tabel 2.2 Perbedaan dengan penelitian terdahulu.....	8
Tabel 3.1 <i>Concrete Damaged Plasticity</i> (Prayuda dkk., 2018a).....	22
Tabel 3.2 Data Konstitutif Desak dan Tarik Beton (Prayuda dkk., 2018a)	22
Tabel 3.3 Data hubungan tegangan dan regangan baja Ø10, Ø12 (Apriyatno dkk., 2019) dan Ø16 (Prayuda dkk., 2018a).....	23
Tabel 4.1 Hasil parameter <i>first crack</i> dan ultimit.....	26
Tabel 4.2 Perbandingan nilai daktilitas.....	28
Tabel 4.3 Perbandingan nilai kekakuan	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan beban dan lendutan (Nawy (2003) dalam Wiyono (2013))	11
Gambar 2.2 Metode tangen (a), metode secant (b) (Silalahi dan Wibowo, 2017)	11
Gambar 2.3 Menentukan titik leleh (Silalahi dan Wibowo, 2017)	13
Gambar 2.4 Hubungan tegangan dan regangan beton (Nawy (1996) dalam Nur (2009))	13
Gambar 2.5 Tipe keruntuhan pada balok (Dady dkk., 2015)	14
Gambar 2.6 Jenis pola retak (Gunawan dkk., 2012)	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	18
Gambar 3.2 Potongan memanjang benda uji 1 (BT-1)	18
Gambar 3.3 Potongan A-A benda uji 1 (BT-1)	19
Gambar 3.4 Desain 3D benda uji 1 (BT-1)	19
Gambar 3.5 Potongan memanjang benda uji 2 (BT-2)	19
Gambar 3.6 Potongan A-A dan B-B benda uji 2 (BT-2)	20
Gambar 3.7 Desain 3D benda uji 2 (BT-2)	20
Gambar 3.8 Potongan memanjang benda uji 3 (BT-3)	20
Gambar 3.9 Potongan A-A dan B-B benda uji 3 (BT-3)	21
Gambar 3.10 Desain 3D benda uji 3 (BT-3)	21
Gambar 3.11 Hubungan tegangan dan regangan beton	22
Gambar 3.12 Hubungan tegangan dan regangan baja	23
Gambar 4.1 Hubungan beban dan lendutan	25
Gambar 4.2 Perbandingan beban saat kondisi <i>first crack</i> dan ultimit	26
Gambar 4.3 Perbandingan lendutan saat kondisi <i>first crack</i> dan ultimit	26
Gambar 4.4 Cara mendapatkan nilai Δy dan Δu pada BT-1	27
Gambar 4.5 Nilai daktilitas	27
Gambar 4.6 Cara mendapatkan nilai Δy dan P_y pada BT-1	28
Gambar 4.7 Nilai kekakuan	29
Gambar 4.8 Distribusi tegangan benda uji 1 (BT-1)	30
Gambar 4.9 Distribusi tegangan benda uji 2 (BT-2)	30
Gambar 4.10 Distribusi tegangan benda uji 3 (BT-3)	30
Gambar 4.11 Pola retak pertama benda uji 1 (BT-1)	31

Gambar 4.12 Pola retak kondisi ultimit benda uji 1 (BT-1)	31
Gambar 4.13 Pola retak pertama benda uji 2 (BT-2).....	32
Gambar 4.14 Pola retak kondisi ultimit benda uji 2 (BT-2)	32
Gambar 4.15 Pola retak pertama benda uji 3 (BT-3).....	32
Gambar 4.16 Pola retak kondisi ultimit benda uji 3 (BT-3)	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Output</i> beban BT-1	37
Lampiran 2. <i>Output</i> beban BT-2	40
Lampiran 3. <i>Output</i> beban BT-3	44
Lampiran 4. <i>Output</i> lendutan BT-1	46
Lampiran 5. <i>Output</i> lendutan BT-2.....	47
Lampiran 6. <i>Output</i> lendutan BT-3.....	50

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
ln	[L]	Panjang bentang
h	[L]	Tinggi
d	[L]	Tinggi efektif
L	[L]	Panjang
μ	[-]	Daktilitas
Δ_u	[L]	Deformasi ultimit
Δ_y	[L]	Deformasi leleh pertama
μ_ε	[-]	Daktilitas regangan
$\varepsilon_{u,max}$	[-]	Regangan maksimum
ε_y	[-]	Regangan saat leleh
μ_ϕ	[-]	Daktilitas kelengkungan
$\phi_{u,max}$	[°]	Sudut lengkung maksimum
ϕ_y	[°]	Sudut kelengkungan saat leleh
μ_θ	[-]	Daktilitas rotasi
$\theta_{u,max}$	[-]	Sudut maksimum sendi plastis
θ_y	[-]	Putaran sudut leleh
μ_δ	[-]	Daktilitas perpindahan
$\delta_{u,max}$	[L]	Deformasi maksimum
δ_y	[L]	Deformasi saat leleh
ε	[-]	Regangan
F_c'	[M/L ²]	Mutu beton
\emptyset	[L]	Diameter

DAFTAR SINGKATAN

FEM : Finite Element Method
CAE : Computer-aided Engineering

DAFTAR ISTILAH

1. *Ultimit*
Kondisi ketika mencapai beban puncak.
2. *Ductile*
Keadaan ketika suatu material mengalami deformasi plastis yang luas di sekitar retakan.
3. *Poisson Ratio*
Rasio regangan kontraksi (transversal) dengan regangan ekstensi (memanjang) ke arah gaya regang.